

ресурс]. - Режим доступа: <http://www.abcm.org.br/pt/wp-content/anais/cobem/2009/pdf/COB09-0507.pdf>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Березин И.Я. Сопротивление материалов. Усталостное разрушение металлов и расчеты на прочность и долговечность при переменных напряжениях: учебное пособие / И.Я. Березин, О.Ф. Чернявский; под общей редакцией О.Ф.Чернявского. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. – 47с.

3. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. / А. Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.

## **Беспилотные летательные аппараты в России**

Берёзкина Ю.А.

Научный руководитель: Иванова В.С., к.т.н., доцент кафедры ТПС  
Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30  
E-mail: Beryozkina@vtomske.ru

Одним из самых значимых достижений в авиации за последние десятилетие является появление и стремительное развитие беспилотных авиационных комплексов (БАК) и беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Необходимо различать эти два понятия. Беспилотный летательный аппарат (БЛА/БПЛА/ «беспилотник»/ дрон) – аппарат без экипажа на борту, который является частью БАК: сложной системы, включающая в себя новейшие достижения в область микроэлектроники, робототехники, технологий и материалов) [1].

Увеличение доли БЛА по сравнению с пилотируемыми в общем объеме воздушных судов происходит во всех странах. Если изначально БЛА применялись только в военных целях, то в настоящее время БАК широко применяются и в гражданской, а практически все БАК, создаваемые за рубежом, имеют двойное назначение [2].

Современный рынок отечественных БЛА, по сравнению с зарубежным, пока не так конкурентоспособен, однако, его можно назвать «динамично развивающимся».

Классифицировать отечественные БЛА и БАК можно следующим образом:

1. Предназначение комплекса и решаемые задачи.
2. Область применения комплекса: ближайшего действия – до 25 км, малой дальности – до 100 км, средней дальности – до 500 км, большой дальности – более 500 км.
3. Кратность применения (одноразовые, многоразовые)
4. Лётно-технические характеристики БЛА (скорость, высота и продолжительность полёта).
5. Способ старта и посадки БЛА (запускаемые с руки, с пусковой установки, «по-самолётному», вертикального взлёта площадки, воздушного старта, парашютной посадки, посадкой «по-самолётному», посадкой в сеть, с подхватом в воздухе).
6. Тип БЛА (самолётной или вертикальной схемы, ракетного (снарядного) заброса, с подъёмным вентилятором).
7. Взлётная масса БЛА (дополнительный классификационный признак):
  - 7.1. До 5 кг (класс микро)
  - 7.2. До 25 кг (малый класс)
  - 7.3. 25 – 150 кг (лёгкий класс)
  - 7.4. 150 – 750 кг (средний класс)
  - 7.5. 750 – 15 000 кг (тяжёлый класс) [2].

Если рассматривать авиационный комплекс в целом, то для определения координат и земной скорости современные БПЛА, как правило, используют спутниковые навигационные приёмники (GPS или ГЛОНАСС). Углы ориентации и перегрузки определяются с использованием гироскопов и акселерометров. В качестве управляющей аппаратуры, как правило, используются специализированные вычислители на базе цифровых сигнальных

процессоров или компьютеры формата PC/104, MicroPC под управлением операционных систем реального времени (QNX, VME, VxWorks, XOberon). Программное обеспечение пишется обычно на языках высокого уровня, таких как Си, Си++, Модула-2, Оберон SA или Ада95. Для передачи на пункт управления видеоданных, полученных с бортовых сенсоров, в составе БПЛА имеется радиопередатчик, обеспечивающий радиосвязь с приемным оборудованием. В зависимости от формата изображений и степени их сжатия пропускная способность цифровых радиолиний передачи данных может составлять единицы-сотни Мбит/с [3].

При рассмотрении авиационной системы, содержащей беспилотные летательные аппараты, можно заметить различные предложения российских разработчиков на тему формирования самой системы (её устройства, конфигурации и т.д.). Ранние разработки на примере патента РФ 2015067 где БАК содержит дрон, выполненный в виде вертикально взлетающих платформ. Система расположена на базе автомобиля автобусного типа, где смонтированы группы вертикально взлетающих платформ 2, устройства 3 для обеспечения энергией летательных аппаратов (дополнительный топливный бака или генератор). [патент] Все это к тому же совмещено с системой дистанционного управления летающими платформами, которое включает в себя выдвижную приводную антенну 4, аппаратные блоки 5, посадочные направляющие 6 и рабочее место 7 водителя-оператора, оснащённое компьютером [4].

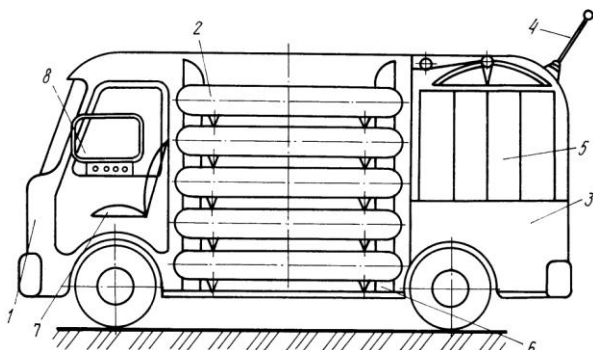


Рисунок 1- Компонировка системы

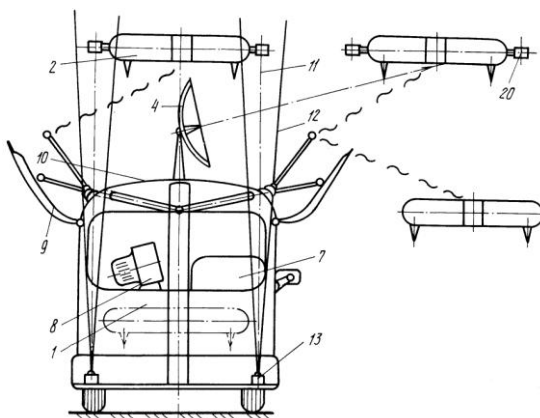


Рисунок 2 - Схема дистанционного привода платформы к передвижному контейнеру

Для осуществления рабочего цикла взлета и посадки беспилотных летающих платформ 2 передвижной контейнер 1 снабжён раздвижной крышей 9, через люк 10 которой происходит загрузка контейнера 1, совмещённая с автоматическим взлётом и посадкой платформ 2 по системе лазерных лучей 11 и 12 от точечных источников 13 [4].

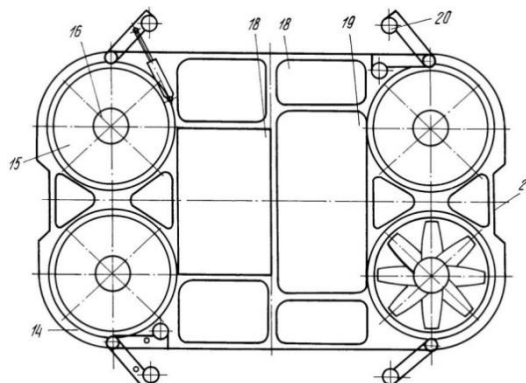


Рисунок 3 - Компоновочная схема летающей платформы вертикального взлета

Беспилотные летательные аппараты с автономным электроприводом, используемые в предлагаемой системе, представляют собой летающую платформу 2 вертикальных взлета и посадки, состоящую из корпуса 14, винтовентиляторного блока 15 с электрическим приводом 16, автономной электрической силовой установки 17 в виде блока двигателя внутреннего сгорания и генератора или маховичного накопителя энергии, управляющих блоков 18, контейнера для полезной нагрузки 19, выдвижных датчиков 20 системы автоматической посадки и посадочного захвата 21 [4].

Необходимо отметить, что подобные модели являются ранними разработками, однако представленная система даёт полное представление о взаимодействии всех частей авиационного комплекса.

Наиболее развиваемая форма БЛА - самолёты типа "летающее крыло". Является комбинированным летательным аппаратом.



Рисунок 4 - Беспилотный комбинированный летательный аппарат

«Беспилотник» содержит корпус, силовую установку с винтовым толкающим движителем, расположенным в хвостовой части фюзеляжа, и систему управления. Корпус в форме летающего крыла выполнен многосекционным из набора стрингеров, закрепленных на жёсткой углепластиковой основе, сверху обтянут тонкой пленкой на тканевой основе, представляющей кремниевую солнечную батарею. Внутри корпус разделен на герметичные, заполненные подъемным газом отсеки, и негерметичные отсеки, имеющие воздухозаборник в носовой части, в средней части тепловые элементы для нагрева воздуха и сопло в задней части. Изобретение направлено на увеличение длительности зависания над заданной точкой. [5].

Если говорить о гражданском использовании различных видов БЛА, то наиболее популярными являются модели «самолетного» и «вертолетного» типа. К настоящему времени российскими разработчиками запатентовано большое количество авиационных аппаратов, которые имеют различные характеристики.

Таблица 1 – Российские БПЛА [6]

Photobot	Supercam 100	Supercam 300	Zala 421-04M	Инспектор-402	Инспектор-601
Zala 421-21	Орлан-3М	Эникс Е2Т	Эникс Е08	Дозор-50	Штиль
Иркут-850	Иркут-2М	Ка-37	Иркут-200	Дозор-600	Иркут-10
Инспектор-201	Т10 Электрон	Хаски	Типчак	Zala 421-06	Аист
Иркут-3	Данэм	Истра-10	Орлан-10	Истра-10	Т-3

Т23 Электрон	Ка-137	Инспектор-301	Инспектор-101	Скат	Коршун
Шмель	Пчела	Дозор 85	Zala 421-08M	Дань-Барук	Дозор-100
А-03					

На рисунках 5, 6 представлена продукция компании «ZALA AERO GROUP». Результатом ее деятельности являются разработки различных типов: беспилотные самолёты, беспилотные вертолёты, аэростаты, дополнительные целевые нагрузки, дополнительное оборудование и различные системы управления. Из представленной продукции можно выбрать аппараты, подходящие под задачи разного рода. Линейка БЛА «ZALA 421-XX» отличается временем полета (30 мин. - 8 ч.), массой (2-200 кг.), видеосвязью (15-70 км) и т.д.



Рисунок 5 – Беспилотный летательный вертолёт. Модель «ZALA-421-21»



Рисунок 6 – Беспилотный летательный самолёт. Модель «ZALA-421-08M»

Положительная сторона российских компаний по типу «ZALA AERO GROUP» в том, что помимо готовой продукции (полноценных «беспилотников»), покупателям предоставлен большой выбор комплектующих. По сути, приобретая летательный аппарат, человек может сам определить его назначение. Данная возможность дает толчок для развития гражданского применения «беспилотников». Все зависит от владельца/покупателя, его идеи.



Рисунок 7 - Возможная целевая нагрузка на БЛА [7]

Однако существует проблема, которая мешает развитию гражданского использования БЛА. Не все существующие аппараты могут легально находиться в воздушном пространстве. Согласно «Центру экспертизы и сертификации авиационной техники» (ЦЭСАТ) только следующим видам БЛА удаётся получить разрешение на полет:

1. БЛА самолётного типа.
2. БЛА вертолётного типа.

3. БЛА комбинированного типа с возможностью опционного управления пилотом на борту
4. Квадрокоптер (мультикоптер), который с точки зрения метода управления же нельзя отнести ни к БЛА самостоятельного типа, ни к БЛА вертолётного типа.

Перечисленные аппараты имеют различное назначение, определяемое заказчиком. Но в любом случае в соответствии с циркуляром ИКАО (международной организации гражданской авиации) № 328 AN/190 все они являются воздушными беспилотными судами, и требование получения Сертификата (заключения) о лётной годности для них является обязательным. [2] Получить его можно после экспертизы. При положительном исходе, выдаётся заключение о лётной годности БАК на испытательные демонстрационные полёты в разрешённой области режимов полёта с учётом наложенных ограничений.

Анализ же воздушного законодательства РФ свидетельствует о практически полном отсутствии нормативной базы, регулирующей вопросы контроля безопасности полётов БЛА. Недоработка в этой области является большим препятствием для развития коммерческого использования БЛА, поскольку не может быть в правовом плане оформлен такой вид предоставления услуг. Также не ясно, что делать в случае возникновения спорных вопросов и чрезвычайных случаев, поскольку практики такой в нашей стране просто нет.

Не смотря на эти сложности, уже сейчас возможно применение подобного оборудования: чрезвычайные ситуации (поиск людей, катаклизмы и т.д.), мониторинг (АЭС, ЛЭП, нефтегазопроводы, инфраструктура, водные ресурсы и т.д.), наука (исследование в Арктике, НИОКР и т.д.), аэрофотосъёмка (геодезические, картографические работы, авиаучёт), безопасность (государственной границы, объектов, людей). Данное перечисление не является чем-то гипотетическим. Например, 27 февраля 2015 года на заседании областной Самарской противопоаводковой комиссии было принято решение о поставке БЛА марки ZALA. Аппараты, которые могут обследовать территории в радиусе до 25 км должны будут помочь области благополучно пережить весенний паводок. Так же, компания ОАО «Томскнефть» использует БЛА для инспекции трубопроводов, что значительно снижает затраты обход и транспортировку бригады специалистов. Таких примеров можно привести массу. Все эти они вселяют надежду в светлое будущее развития «беспилотников» и показывают, как они постепенно вливаются в нашу жизнь.

Развитие беспилотных авиационных аппаратов является важной задачей для нашей страны, так как эта область приборостроения позволяет решать большой спектр задач. Данное направление является перспективным. Поскольку в России уже существует база для дальнейшего усовершенствования технологий (НИИ, компании-производители), развитию БЛА не должно быть препятствий. Будем надеяться, что решаться вопросы с развитием правовой законодательной базы, позволяющей задействовать БЛА в различных сферах деятельности. Устранив эти сложности, у России есть все шансы стать лидирующей страной в этом направлении.

#### Список литературы:

1. Деришев Д.С., Деришев С.Г. Беспилотные авиационные комплексы для геофизических исследований и мониторинга земной поверхности. «Интерэкспо гео-сибирь», №1, том 4, 2010 г.
2. Алешин Б. С., Суханов В. Л., Шнырёв А. Г., Шibaев В. М., Состояние дел и перспективы развитие комплексов с беспилотными летательными аппаратами в России. «Межотраслевой альманах», №3 (46), 2014 г.
3. Слюсар В., Радиолинии связи с БПЛА. Примеры реализации. «Электроника: Наука, Технология, Бизнес», №5, 2010 г.
4. Патент РФ № 2015067 «Малогабаритная мобильная авиационная система». Колпакчиев И. Н. Заявлено: 04.06.1992; Опубликовано: 30.06.1994.

5. Патент РФ № 2485018 «Беспилотный комбинированный летательный аппарат». Куканков С. Н., Федорищев О. Н., Скрипка М. Д., Куканков С. С. Заявлено: 11.03.2011; Опубликовано: 20.06.2013.

6. Беспилотные летательные аппараты. [Электронный ресурс]. – Режим допуска: <http://bp-la.ru/>, свободный

7. ZALA AERO GROUP. [Электронный ресурс]. – Режим допуска: <http://zala.aero/>, свободный.

### **Диагностика процесса обработки концевыми фрезами, на фрезерных станках с числовым программным управлением**

Заец С.С., Мороз А. В.

Научный руководитель: Максимчук И.В., к.т.н., доцент

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

03056 Украина, Киев, пр. Победы, 37

E-mail: zss\_vp@bigmir.net

Надежность любых технических средств, а тем более средств, работающих в автоматизированном или автоматическом режиме, является одним из основных свойств, по которому оценивается целесообразность применения этих средств в производстве. Надежность (по ГОСТ 27.002-83) - свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования. Надежность состоит из сочетания свойств: безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Для количественной характеристики надежности технологического оборудования в настоящее время принято использовать среднюю наработку на отказ (характеризует безотказность) – отношение продолжительности работы восстанавливаемого оборудования к математическому ожиданию числа отказов в течение этой наработки, и коэффициент технического использования (комплексный показатель, характеризующий все свойства надежности)- отношение математического ожидания интервалов времени пребывания в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий интервалов времени, пребывания в работоспособном состоянии, простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и ремонтов за тот же период эксплуатации [1].

Для фрезерных станков с числовым программным управлением в условиях современного производства является важным диагностирование текущего состояния режущего инструмента и прогнозирование выхода его из строя, поскольку он является наиболее слабым элементом технологической системы, а его поломка как правило приводит к потере качества изготавливаемой детали. Использование систем диагностики на производстве позволяет: увеличить производительность и снизить себестоимость обработки, за счет повышения надежности обработки, своевременной сменой некондиционного инструмента, сокращения брака изделий, расхода инструмента, повысить надежность работы фрезерных станков, за счет своевременной замены предельно изношенного или поломанного инструмента, предохранить механизмы и узлы станка от поломок и преждевременной потери точности.

Во избежание возникновения отказов и для повышения качества изготовления деталей предлагается разработка системы прогнозирования состояния процесса механической обработки, которая за счет диагностирования процесса обработки концевыми фрезами корпусных деталей, в реальном времени, отслеживает техническое состояние механической обработки деталей, на фрезерных станках, по результатам которой и делается прогнозирования вероятности отказа инструмента.